

51

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



Int. Cl. 2:

H 01 L 21/31

G 03 F 1/00

H 05 K 3/02

Stam

DE 28 35 363 A 1

11

Offenlegungsschrift 28 35 363

21

Aktenzeichen:

P 28 35 363.1

22

Anmeldetag:

11. 8. 78

43

Offenlegungstag:

13. 3. 80

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Verfahren zum Übertragen von Strukturen für Halbleiterschaltungen

71

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

72

Erfinder:

Lindert, Gerold, 8013 Haar; Sofronijevic, Dusan, 8000 München

Recherchenantrag gem. § 28 a PatG ist gestellt

DE 28 35 363 A 1

- X -

VPA 78 P 7 0 8 4 BRD

Patentansprüche

- ① Verfahren zum Übertragen von Strukturen für Halbleiterschaltungen auf eine Fläche, bei dem eine Strukturvorlage mit durchsichtigen, strukturdefinierenden Teilbereichen von Lichtstrahlen durchdrungen wird, die eine in einem vorgegebenen Abstand von der Strukturvorlage befindliche, auf der Fläche aufgebrachte, lichtempfindliche Schicht belichten, so daß auf dieser belichtete und unbelichtete Zonen entstehen, bei dem die Zonen der einen Art mittels eines Ätzvorganges entfernt werden und bei dem die hierdurch strukturierte Schicht zur Strukturierung der Fläche herangezogen wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Strukturvorlage, die Grob- und Feinstrukturen enthält, nur im Bereich der Grobstrukturen mit einer teilweise lichtdurchlässigen Schicht belegt wird und daß der Lichtabsorptionsgrad der teilweise lichtdurchlässigen Schicht so gewählt wird, daß sich auf der lichtempfindlichen Schicht innerhalb der projizierten Grob- und Feinstrukturen jeweils Maximalwerte der Belichtungsintensitäten ergeben, die einander soweit angenähert sind, daß die projizierten Grob- und Feinstrukturen einen vorgegebenen Abstand voneinander aufweisen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Strukturen nach ihren kleinsten Abmessungen in mehrere unterschiedliche Größenbereiche eingeteilt werden, daß die den einzelnen Größenbereichen mit Ausnahme des kleinsten zugeordneten Strukturen mit teilweise lichtdurchlässigen Schichten abgedeckt werden und daß die Lichtabsorptionsgrade der letzteren derart gegeneinander abgestuft werden, daß sich auf der lichtempfindlichen Schicht innerhalb der projizierten Strukturen unabhängig von ihrer Zugehörigkeit zu den einzelnen Größenbereichen

jeweils Maximalwerte der Belichtungsintensitäten ergeben, die einander soweit angenähert sind, daß die projizierten Strukturen jeweils einen vorgegebenen Abstand voneinander aufweisen.

5

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufbringen einer teilweise lichtdurchlässigen Schicht auf die Strukturvorlage auf fotolithografischem Wege erfolgt, wobei eine weitere lichtempfindliche Schicht auf der Strukturvorlage aufgebracht, selektiv belichtet und teilweise weggeätzt wird, so daß Öffnungen entstehen, und daß die teilweise lichtdurchlässige Schicht im Bereich dieser Öffnungen aufgebracht wird.

15

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine teilweise lichtdurchlässige Chromschicht aufgedampft wird.

- 20 5. Strukturvorlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie Strukturen enthält, die nach ihren kleinsten Abmessungen innerhalb von unterschiedlichen Größenbereichen liegen und daß die
25 den einzelnen Größenbereichen mit Ausnahme des kleinsten zugeordneten Strukturen mit teilweise lichtdurchlässigen, den Größenbereichen individuell zugeordneten Schichten überzogen sind, wobei die Lichtabsorptionsgrade dieser Schichten umso größer sind,
30 je größer die zugeordneten Größenbereiche sind.

2835363

3

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 78 P 7 0 8 4 BRD

5 Verfahren zum Übertragen von Strukturen für Halbleiter-
schaltungen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Über-
tragen von Strukturen für Halbleiterschaltungen auf eine
10 Fläche nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Unter einer solchen Fläche ist insbesondere die Ober-
fläche einer Platte zu verstehen, die aus einem durch-
sichtigen Material, z.B. Glas, besteht und den Träger
15 für eine Fotomaske darstellt. Zur Herstellung einer
solchen wird die Plattenoberfläche zunächst mit einer
lichtempfindlichen Schicht überzogen, die in bekannter
Weise strukturiert bestrahlt wird, so daß auf ihr be-
lichtete und unbelichtete Zonen entstehen. Von diesen
20 werden die ersteren oder letzteren in einem nachfol-
genden Entwicklungsvorgang entfernt. Die auf diese
Weise strukturierte, lichtempfindliche Schicht stellt
dann eine Kontaktmaske dar, die ein selektives Auf-
bringen oder Entfernen von lichtundurchlässigen Schich-
25 ten auf der Platte ermöglicht. Hierbei handelt es sich

St 1 Kg/4.8.78

030011/0029

- 2 - 4

VPA 78 P 7 0 8 4 BRD

häufig um Chromschichten, die aufgedampft werden. Diese bilden dann entweder ein einzelnes Strukturmuster oder, wenn die Strukturübertragung mehrfach auf jeweils unterschiedliche Teilgebiete der Platte erfolgt, eine Vielzahl von gleichartigen, nebeneinander liegenden Strukturmustern.

Eine in dieser Weise hergestellte Fotomaske dient dazu, eine lichtempfindliche Schicht, die auf einem Halbleitersubstrat oder einer dieses abdeckenden, isolierenden oder metallisch leitenden Schicht aufgebracht ist, selektiv zu belichten, um die durch die Maske definierte Struktur mittels an sich bekannter fotolithografischer Verfahrensschritte auf das Substrat oder die abdeckende Schicht zu übertragen.

Mit Verfahren der eingangs erwähnten Art, bei denen die Übertragung eines Strukturmusters auf die Fläche mittels einer Lichtstrahlprojektion erfolgt, ist es bisher aufgrund der Kontrastübertragungseigenschaften der Objektive nicht möglich, neben Grobstrukturen, deren kleinste Abmessungen beispielsweise $4\text{ }\mu\text{m}$ betragen, auch feine und feinste Strukturen, deren kleinste Abmessungen etwa in einem Größenbereich von $0,5\text{--}2\text{ }\mu\text{m}$ liegen, einwandfrei zu übertragen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, derartige Verfahren, die eine Lichtstrahlprojektion verwenden, gerade im Hinblick auf eine einwandfreie gleichzeitige Übertragung von Grob- und Feinstrukturen zu verbessern. Das wird gemäß der Erfindung durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 angegebenen Maßnahmen erreicht.

Der mit der Erfindung erzielbare Vorteil besteht

030011/0028

- 3 - 5 VPA 78 P 7 0 8 4 BRD

insbesondere darin, daß auch eng nebeneinander liegende Grob- und Feinstrukturen einwandfrei auf eine zu strukturierende Fläche projiziert werden und daß die durch Beugungs- und Lichtstreuungseffekte gegebene gegenseitige
5 Beeinflussung der Einzelstrukturen kompensiert wird.

Anhand der Figuren 1 und 2 sollen zunächst die Probleme einer Grob- und Feinstrukturübertragung mittels einer einzigen Strukturvorlage näher erläutert werden. In
10 Fig. 1 ist auf eine zu strukturierende Fläche 1 ein quadratisches Fenster 2 mit einer Seitenlänge von etwa $20\text{ }\mu\text{m}$ und im Abstand von $1\text{ }\mu\text{m}$ neben der rechten Seite desselben eine streifenförmige Struktur 3 von $1\text{ }\mu\text{m}$ Breite zu übertragen. Dabei wird eine Strukturvorlage 1'
15 verwendet, die ein solches Strukturmuster 2', 3' in Form von durchsichtigen Bereichen auf einer im übrigen mit einer lichtundurchlässigen Schicht abgedeckten Trägerplatte aufweist. Nach einer Belichtung der mit einer lichtempfindlichen Schicht überzogenen Fläche 1 durch
20 Lichtstrahlen 4, die aus einer Lichtquelle 5 stammen, die Strukturvorlage 1' durchdringen und gegebenenfalls in einer Optik 5a gesammelt werden, um gleichzeitig eine Verkleinerung, beispielsweise um den Faktor 10, zu erzielen, ergibt sich entlang der Linie A-A eine Vertei-
25 lung der Belichtungsintensität, wie sie in Fig. 2 dargestellt wird. In dem dort gezeigten Diagramm ist über jedem Punkt der mit der Linie A-A zusammenfallenden Abszisse x der sich hieraus ergebende Wert der Belichtungsintensität J auf der lichtempfindlichen Schicht in Rich-
30 tung der Ordinate aufgetragen.

Im einzelnen ergibt die Belichtung der lichtempfindlichen Schicht auf der Fläche 1 durch das quadratische Fenster 2' unter Berücksichtigung der Beugung und Streuung der Licht-
35 strahlen 4 eine Verteilung entsprechend der Kurve 6,

- 4 - 6 VPA 78 P 7 0 8 4 BRD

wobei der Intensität J im Bereich des Punktes 7, d.h. für $x = 0$, eine relative Größe von 100% zugeordnet sein soll. Im Bereich der rechten Kante des Fensters 2 nimmt die Intensität stark ab. Unter der Annahme, daß eine

5 Intensität von etwa 50% ausreicht, um die lichtempfindliche Schicht in einem nachfolgenden Entwicklungsvorgang vollständig wegzuätzen, ergibt sich ein Punkt a, durch den die rechte Kante 8 des abzubildenden Fensters 2 verläuft. Links von der Kante 8 wird das Material der licht-

10 empfindlichen Schicht vollständig weggeätzt, rechts davon bleibt zumindest ein Teil dieser Schicht bestehen.

Berücksichtigt man die gleichzeitige Belichtung der Fläche 1 durch die Struktur 3', so ergibt sich eine weitere

15 Intensitätsverteilung gemäß der Kurve 9. Diese weist wegen der relativ geringen Breite der Struktur 3' ein Intensitätsmaximum auf, das in diesem Beispiel nur bei etwa 55% liegt. Da sich auf die lichtempfindliche Schicht über der Fläche 1 die Summenkurve 10 der Belichtungsinten-

20 sitäten auswirkt, sind alle Orte, deren Abszissenwerte kleiner sind als a_1 , mit einer Belichtungsintensität belegt, die größer ist als 50%, so daß sie nachfolgend weggeätzt werden. Man erkennt hieraus, daß es bei den angegebenen Bemessungsverhältnissen der Strukturen 2 und

25 3 nicht möglich ist, diese mittels eines üblichen Projektionsverfahrens dicht nebeneinander auf die Fläche 1 zu übertragen. Anstelle der beiden Einzelstrukturen 2 und 3 ergibt sich vielmehr eine etwa rechteckige Struktur 11, die in Fig. 1 gestrichelt eingezeichnet ist.

30

Gemäß der Erfindung wird bei der Übertragung des in Fig. 1 dargestellten Strukturmusters 2', 3' auf die Fläche 1 so vorgegangen, daß die Strukturvorlage 1' im Bereich der Grobstruktur 2' zunächst mit einer teilweise lichtdurch-

2835363

- 5 - 7

VPA 78 P 7 0 8 4 BRD

lässigen Schicht 15 belegt wird, die strichpunktiert eingezeichnet ist.

- Die Belegung mit der Schicht 15 erfolgt dabei mittels an sich bekannter fotolithografischer Schritte, so z.B. mittels einer auf der Strukturvorlage 1' aufgetragenen, weiteren lichtempfindlichen Schicht, die in einem Bereich, der der strichpunktierten Linie 15 in Fig. 1 entspricht, selektiv belichtet und sodann weggeätzt wird.
- 10 Durch die entstandene Öffnung wird dann die teilweise lichtdurchlässige Schicht auf die Strukturvorlage 1' aufgebracht. Dies kann z.B. in der Weise geschehen, daß eine lichtdurchlässige Chromschicht ganzflächig aufgedampft wird und die außerhalb der strichpunktierten Linie 15 liegenden Teile derselben zusammen mit der dort verbliebenen, weiteren lichtempfindlichen Schicht entfernt werden.

- Es folgt eine Belichtung der Fläche 1 bzw. der diese bedeckenden, lichtempfindlichen Schicht durch die mit der Schicht 15 belegte Strukturvorlage 1'. Der Absorptionsgrad der Schicht 15 wird dabei so bemessen, daß sich auf der lichtempfindlichen Schicht innerhalb der projizierten Grobstruktur 2 und innerhalb der projizierten Feinstruktur 3 jeweils Maximalwerte der Belichtungsintensitäten ergeben, die einander soweit angenähert sind, daß diese Strukturen einen vorgegebenen Abstand voneinander haben.
- 25 Wie in Fig. 3 veranschaulicht ist, entsteht so innerhalb der projizierten Grobstruktur 2 ein Maximalwert der Belichtungsintensität, der entsprechend der Skala von Fig. 2 bei etwa 60% liegt, während innerhalb der projizierten Feinstruktur 3 ein Maximalwert von 55% auftritt. Dabei ergeben sich Verteilungskurven 12 und 13 der Lichtintensitäten. Bildet man aus diesen eine Summenkurve 14, so

030011/0029

- 6 - 8

VPA 78 P 7 0 8 4 BRD

- erkennt man, daß bei den Abszissenwerten $x = a'$, $x = a_1'$ und $x = a_2'$ jeweils die Grenzwerte der Belichtungsintensität auftreten, bei denen sich die Kanten der abgebildeten Strukturen ergeben. Im einzelnen gehört der links-
- 5 seitig von a' liegende Abszissenbereich zu dem Fenster 2, der zwischen a_2' und a' liegende Bereich zu dem zwischen den beiden Strukturen gebildeten Steg und der zwischen a_2' und a_1' liegende Bereich zu der bandförmigen Feinstruktur 3. Die Grobstruktur 2 und die Feinstruktur 3
- 10 sind also auf der Fläche 1 deutlich unterscheidbar und damit abbildbar, wobei die durch die Punkte a' und a_2' verlaufenden Kanten einen vorgegebenen Abstand voneinander aufweisen.
- 15 Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens nach der Erfindung kann man bei einem Strukturmuster mit vielen Einzelstrukturen die letzteren nach ihren kleinsten Abmessungen auf mehrere Größenbereiche aufteilen, wobei die den einzelnen Größenbereichen mit Ausnahme des kleinsten
- 20 zugeordneten Strukturen mit teilweise lichtdurchlässigen Schichten abgedeckt werden. Dabei sind dann die Lichtabsorptionsgrade der letzteren entsprechend den Größenbereichen, denen die jeweiligen Strukturen angehören, gegeneinander abgestuft, und zwar derart, daß sie umso
- 25 größer sind, je größer die zugeordneten Größenbereiche sind. Im einzelnen sind die Lichtabsorptionsgrade so gewählt, daß sich auf der die Fläche 1 bedeckenden, lichtempfindlichen Schicht innerhalb der projizierten Strukturen ungeachtet ihrer Zugehörigkeit zu den einzelnen
- 30 Größenbereichen jeweils Maximalwerte der Belichtungsintensitäten ergeben, die einander so weitgehend angeglichen sind, daß die projizierten Strukturen jeweils einen vorgegebenen Abstand voneinander aufweisen.

2835363

- 7 - 9 VPA 78 P 7 0 8 4 BRD

Das Verfahren nach der Erfindung kann mit besonderem Vorteil zur Strukturübertragung von einer Strukturvorlage auf eine Trägerplatte zum Zwecke der Herstellung einer Fotomaske herangezogen werden. Andererseits kann es auch in vorteilhafter Weise zur strukturellen Definition von Diffusions- oder Implantationsgebieten auf einem Halbleitersubstrat oder einer Halbleiterschicht angewendet werden. Dabei besteht die zu strukturierende Fläche aus der Oberfläche des Halbleitersubstrats bzw. der Halbleiterschicht oder aus einer diese bedeckenden Maskierungsschicht, z.B. aus SiO_2 . Wird das Verfahren weiterhin zur Bildung von Gatestrukturen einer integrierten Schaltung herangezogen, so besteht die zu strukturierende Fläche aus einer metallischen Beschichtung oder einer polykristallinen, hochdotierten Siliziumschicht, die auf einem Halbleitersubstrat aufgebracht ist. In jedem der vorstehenden Anwendungsfälle wird die zu strukturierende Fläche mit einer lichtempfindlichen Schicht überzogen, auf die ein durch eine Strukturvorlage gegebenes Strukturmuster mittels Lichtstrahlen projiziert wird. Nach der Herstellung der aus den unbelichteten oder belichteten Zonen der lichtempfindlichen Schicht bestehenden Kontaktmaske erfolgt dann jeweils die strukturelle Definition der Diffusionsgebiete oder Implantationsgebiete auf dem Halbleitersubstrat, der Maskierungsschicht oder der Gatebeschichtung.

5 Patentansprüche

3 Figuren

030011/0029

Zusammenfassung

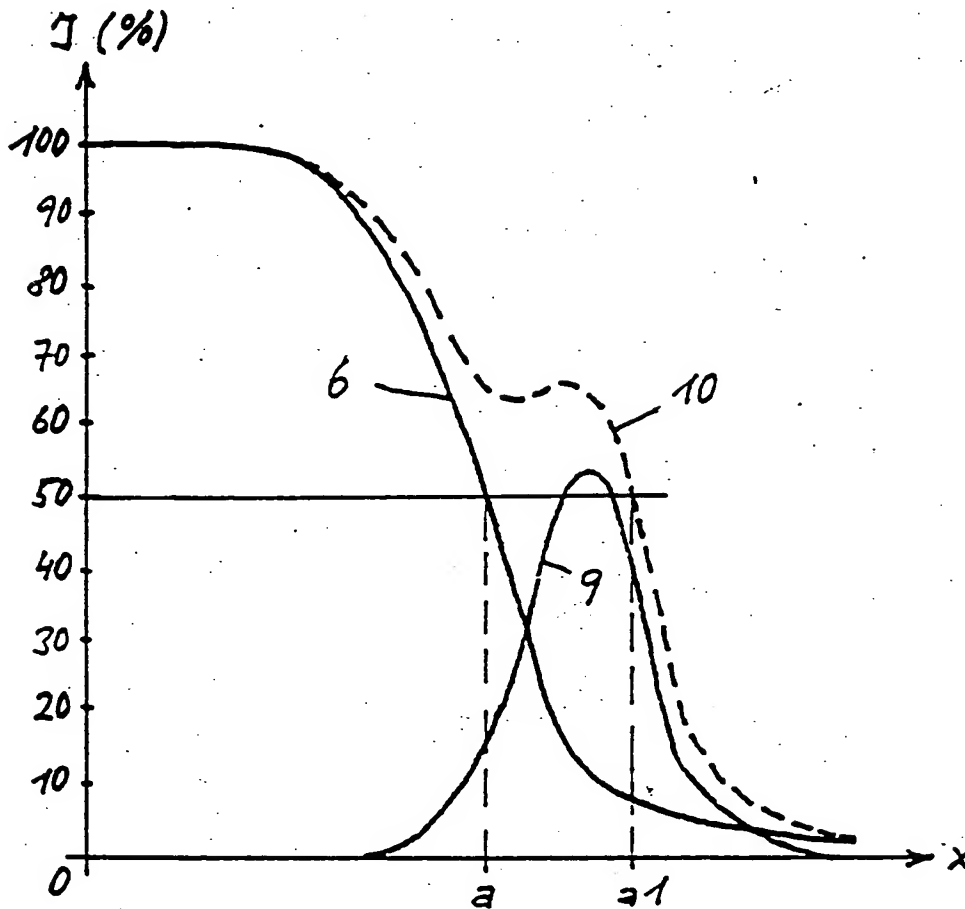
78 P 7 0 8 4 BRD

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Übertragen von Strukturen (2,3) für Halbleiterschaltungen auf eine Fläche (1), bei dem eine in einem vorgegebenen Abstand von der Fläche angeordnete Strukturvorlage (1') mit strukturdefinierenden, durchsichtigen Teilbereichen (2',3') von Lichtstrahlen (4) durchdrungen wird. Mit diesen Lichtstrahlen (4) wird eine auf der Fläche (1) aufgebrachte, lichtempfindliche Schicht belichtet, worauf weitere fotolithografische Schritte zur Strukturierung der lichtempfindlichen Schicht und der darunterliegenden Fläche erfolgen. Bei Verfahren dieser Art wird eine einwandfreie Übertragung von dicht nebeneinanderliegenden Grob- und Feinstrukturen angestrebt. Das wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die Strukturvorlage (1') selektiv mit einer teilweise lichtdurchlässigen Schicht (15) belegt wird, die jenen Teil der Vorlage (1') bedeckt, der die Grobstrukturen (2') enthält. Das Verfahren nach der Erfindung findet bei der Herstellung von Halbleiterschaltungen oder von Masken für Halbleiterschaltungen Anwendung. (Fig.1).

2835363
78 P 7 0 8 4 BRO

- 11 -

Fig. 2

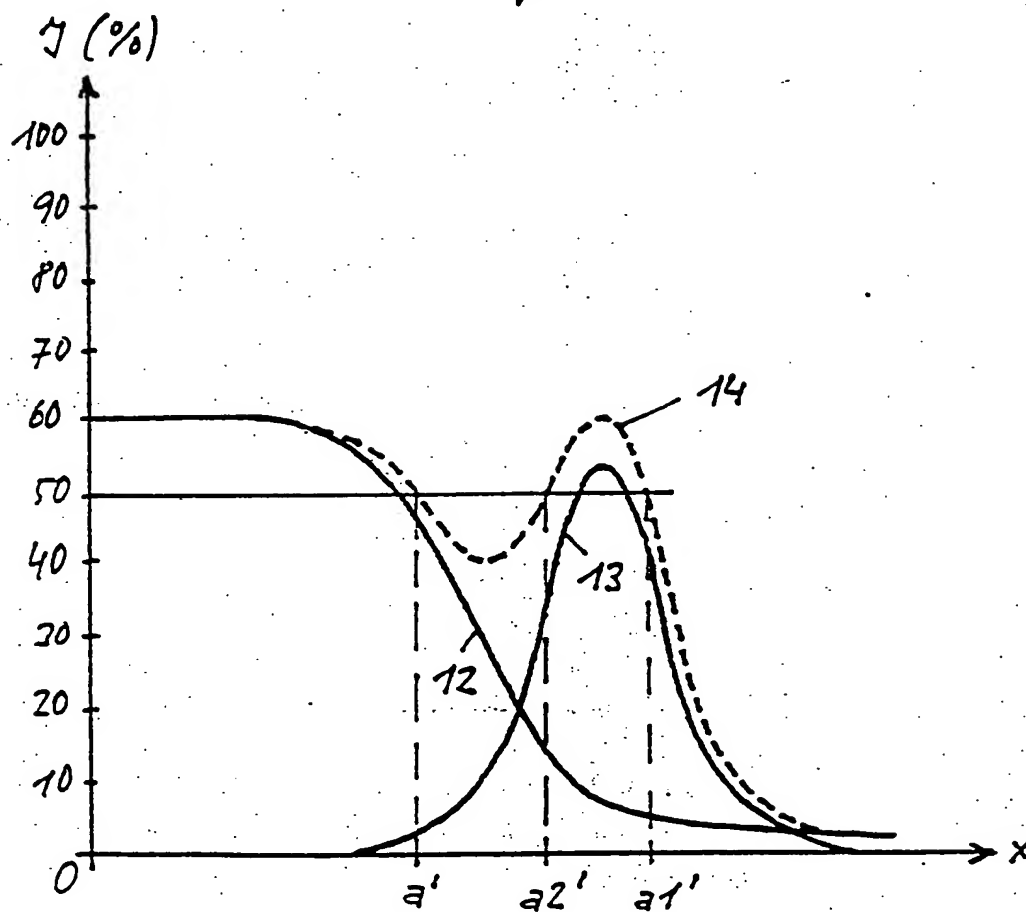


030011/0029

VPA 76 E 7137
(3/2) FL Mch
St

12

Fig. 3



VPA 76 E 7137
(3/3) FL Mch
St

030011/0029

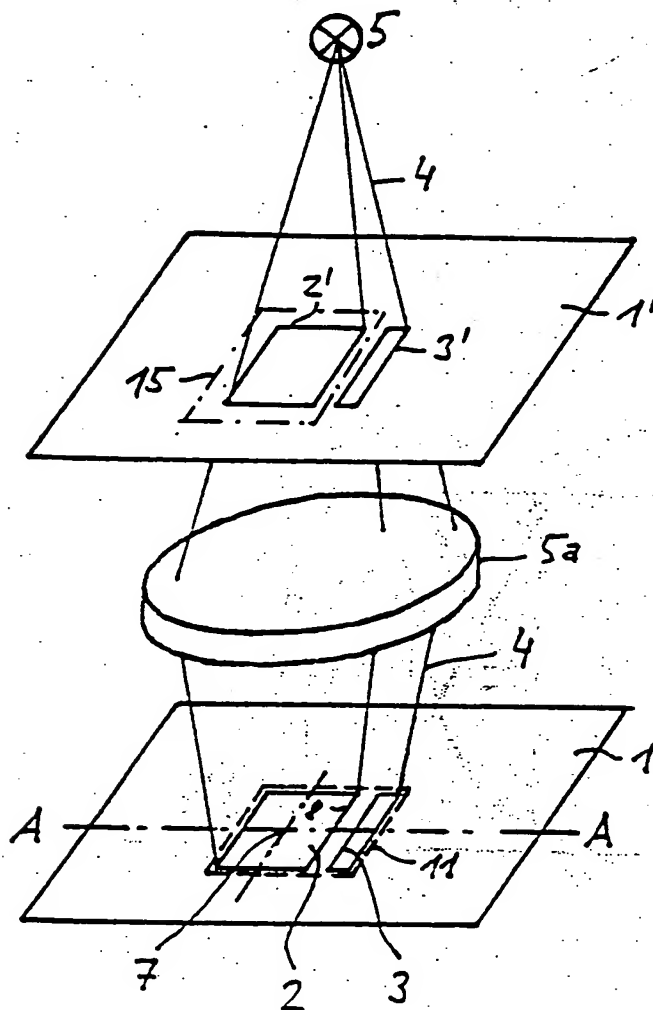
Nummer: 28 35 363
 Int. Cl. 2: H 01 L 21/31
 Anmeldetag: 11. August 1978
 Off nlegungstag: 13. März 1980

78 P 7 0 8 4 BRD

-13-

2835363

Fig. 1



VPA 76 E 7137
 (3/1) FL Mch
 St

030011/0028